

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-094652

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 2001-289974

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 21.09.2001

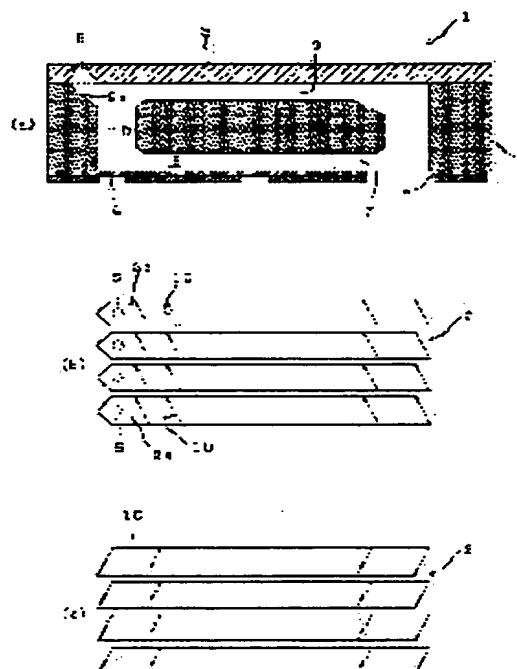
(72)Inventor : YAMAGUCHI KIYOSHI

(54) INK-JET HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink-jet head at a low manufacturing cost without causing mutual interference between adjacent channels and deteriorating bubble discharge performance.

SOLUTION: The ink-jet head 1 comprises a pressure chamber 6 formed by bonding a diaphragm 4 with a flow channel plate 2 with an etched silicon substrate having (110)-face orientation. The pressure chamber 6 and each nozzle 5 of a nozzle plate 3 where nozzles 5 opening to each pressure chamber 6 are formed communicate with each other via a communicating tube 10 formed by applying a through-hole machining to the flow channel plate 2. A second supply channel 9 communicating with the nozzles 5, bypassing the pressure chamber 6, is formed on the nozzle plate side 3 of the flow channel plate 2. When ink in the pressure chamber 6 is discharged from the nozzles 5 via the communicating channel 10, by a pressure generated in the pressure chamber 6 through deformation of the diaphragm 4 brought by an actuator, the nozzles 5 are formed in such a way as to be shifted in a direction away from the second supply channel 9 with respect to an opening position of the nozzles 5 side of the communicating tube 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開2003-94652

(P2003-94652A)

(43)公開日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(51) Int Cl⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

103A 2C057

2/055

103H

2/16

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-289974(P2001-289974)

(22)出願日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(71)出題人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中層込 1 丁目 3 番 6 号

(72)発明者 山口 清

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

Fターム(参考) 20057 AF06 AF40 AF78 AF93 AG29

AG54 AP32 AP33 AP53 AP56

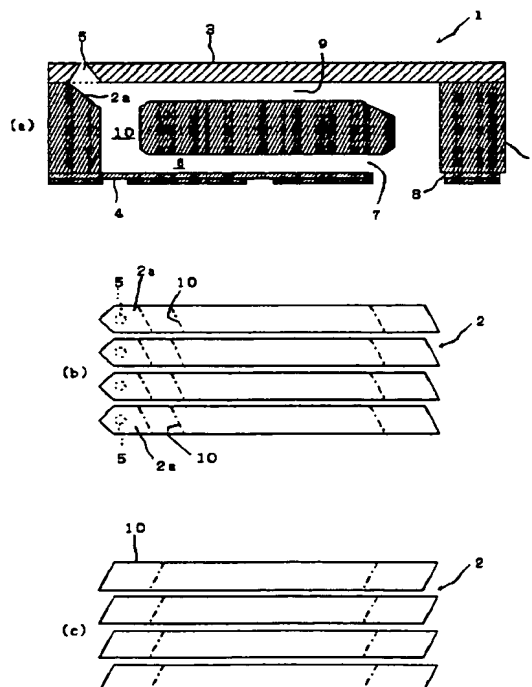
BA03 BA14 BA15

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド

(57) 【要約】

【課題】本発明は隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、製造コストの安価なインクジェットヘッドを提供する。

【解決手段】インクジェットヘッド１は、圧力室６を、（１１０）の面方位を有するシリコン基板２０をエッチングした流路板２に振動板４を接合して形成し、各圧力室６に開口するノズル５の形成されているノズル板３の各ノズル５と圧力室６を、流路板２を貫通加工して形成された連通路１０で連通し、流路板２のノズル板３側に、ノズル５に圧力室６を迂回して連通する第２の供給路９を形成して、アクチュエータで振動板４を変形させて圧力室６に圧力を発生させ、当該圧力室６内のインクを連通路１０を通してノズル５から吐出させるに際して、ノズル５を、連通路１０の当該ノズル５側の開口位置に対して第２の供給路９から遠ざかる方向に位置ずれして形成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】インク滴を吐出する複数のノズルと、インクの充填される複数の圧力室と、前記複数の圧力室のそれぞれに連通し当該圧力室にインクを供給する複数のインク供給路と、前記各インク供給路が連通し当該各インク供給路にインクを供給する共通液室と、前記各圧力室の一部に設けられた振動板と、当該振動板を変形させて前記圧力室の容積を拡張させるアクチュエータと、を備え、前記圧力室が、(110)の面方位を有するシリコン基板をエッチングした流路板に前記振動板を接合して形成され、前記ノズルが、当該流路板の前記振動板と対向する側に接合されるノズル板に形成され、当該ノズル板の各ノズルと前記圧力室が、前記流路板を貫通加工して形成された連通管で連通され、前記流路板の前記ノズル板側に、前記ノズルに前記圧力室を迂回して連通する第2の供給路が形成され、前記アクチュエータで前記振動板を変形させて前記圧力室に圧力を発生させ、当該圧力室内の前記インクを前記連通管を通して前記ノズルから吐出させるインクジェットヘッドであって、前記ノズルは、前記連通管の当該ノズル側の開口位置に対して前記第2の供給路から遠ざかる方向に位置ずれて形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項2】前記インクジェットヘッドは、前記ノズルと対向する位置の前記流路板が、前記連通管に向かってその開口容積が大きくなる状態で所定角度傾斜する傾斜面に形成されていることを特徴とする請求項1記載のインクジェットヘッド。

【請求項3】前記連通管は、前記流路板の両面に形成され、前記圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、前記ノズル板側の連通管形成パターンが前記振動板側の連通管形成パターンよりも前記複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、前記流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のインクジェットヘッド。

【請求項4】前記連通管は、前記振動板側からの異方性ドライエッチングが行われた後、前記流路板の両面に形成され、前記圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、前記ノズル板側の連通管形成パターンが前記振動板側の連通管形成パターンよりも前記複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、前記流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のインクジェットヘッド。

【請求項5】前記異方性ドライエッチングは、プラズマ源として誘導結合型プラズマを用いていることを特徴とする請求項4記載のインクジェットヘッド。

【請求項6】前記アクチュエータは、圧電アクチュエー

タであることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【請求項7】前記アクチュエータは、静電アクチュエータであることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェットヘッドに関し、詳細には、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、製造コストの安価なインクジェットヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】インクジェットプリンタは、現像・定着等のプロセスを必要とせず、非接触で記録を行うことができるために、記録時の騒音が極めて小さいこと、高速印字が可能であること、インクの自由度が高く、安価な普通紙を使用できることなど多くの利点を有している。

【0003】また、最近のインクジェット記録装置には、高速・高印字品質が求められており、高速化・高印字品質を達成するためには、ノズルをマルチ化、高密度化する必要がある。

【0004】そして、従来、ノズルの高密度化を達成するために、圧力室の材料として、シリコンを用いる方法が多く採用されている。

【0005】この圧力室の材料にシリコンを用いる方法は、シリコン基板として、(100)の面方位を有するものを用いることにより、異方性エッチングで隣接チャネル間の隔壁をほぼ垂直に形成して、ノズルの高密度化を達成している。

【0006】すなわち、従来、図9に示すように、インクジェットヘッド100は、圧力室101がシリコン基板の流路板102に形成されており、圧力室101は、シリコン基板の流路板102を貫通する連通管103を介してノズル104に連通している。各個別の圧力室101には、共通液室105のインクが共通液室105から各インク供給口806及びインク供給路107を介して供給され、また、インクジェットヘッド100には、流路板102のノズル102面側には、ノズル104に対して圧力室101を介さずに共通液室105からインクを供給する第2の供給路108が形成されている。この第2の供給路108を設けることによって、インク滴吐出後のインクの供給時間が大幅に改善される。

【0007】そして、このようなインクジェットヘッド100を製造する際、連通管103を形成するには、従来、ドライエッチングを用いて行っている。

【0008】通常、このようなドライエッチングは、流路板102を完全に貫通するか、または、エッチング残厚が対向する面のパターンのエッチング深さ以下となるまで行う必要がある。例えば、流路板102の厚さが、いま、400μmで、圧力室101のエッチング深さ

が、80 μm の場合、ドライエッチング深さは、最低でも320 μm 以上必要となる。通常、ドライエッチングは、毎葉処理となるため、スループットが問題となる。すなわち、上述のようにエッチング深さが深い場合、極端にスループットが低下し、製造コストが高くなってしまふ。

【0009】このような問題を解決する方法としては、例えば、図10に示すように、流路板102に連通管103を形成する場合、ドライエッチング後にウェットエッチングを追加することによって、ドライエッチング時間を短縮する方法がある。例えば、流路板102の厚さが400 μm の場合、連通管103のノズル列に垂直な方向の幅wcが200 μm とすると、ドライエッチング深さhdは、約280 μm とすることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、スループットを向上させるために、流路板の連通管をドライエッチングにウェットエッチングを追加した方法で形成すると、ウェットエッチング深さが形成する連通管の幅に比例するため、ドライエッチング深さをさらに浅く（小さく）するためには、この連通管の幅を大きくする必要があるが、連通管の幅を大きくすると、隣接するチャンネル間の隔壁剛性が低下し、接続チャンネル間の圧力の相互干渉を引き起こし、また、さらに幅を大きくすると、ノズル近傍のインク流速が低下して、気泡排出性の低下を招き、インク吐出性能が悪化して、画質が悪化する。そのため、形成する連通管の幅を大きくするには限界があった。

【0011】そこで、本発明は、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、ドライエッチング深さを浅くして、効率的に連通管を形成し、スループットを向上させて、製造コストの安価なインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0012】具体的には、請求項1記載の発明は、圧力室を、(110)の面方位を有するシリコン基板をエッチングした流路板に振動板を接合して形成し、流路板の振動板と対向する側に接合され各圧力室に開口するノズルの形成されているノズル板の各ノズルと圧力室を、流路板を貫通加工して形成された連通管で連通し、流路板のノズル板側に、ノズルに圧力室を迂回して連通する第2の供給路を形成して、アクチュエータで振動板を変形させて圧力室に圧力を発生させ、当該圧力室内のインクを連通路を通してノズルから吐出させるに際して、ノズルを、連通管の当該ノズル側の開口位置に対して第2の供給路から遠ざかる方向に位置ずれて形成することにより、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、効率的に連通管を形成し、スループットを向上させて、製造コストの安価なインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0013】請求項2記載の発明は、ノズルと対向する

位置の流路板を、連通管に向かってその開口容積が大きくなる状態で所定角度傾斜する傾斜面に形成することにより、インク流をノズルに向かって徐々に狭窄して、流速を速くし、ノズル付近の気泡排出性をさらに向上させて、インク吐出性能をさらに向上させることのできるインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0014】請求項3記載の発明は、連通管を、流路板の両面に形成され、圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、ノズル板側の連通管形成パターンが振動板側の連通管形成パターンよりも複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成することにより、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より効率的に連通管を形成し、スループットをより向上させて、製造コストのより安価なインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0015】請求項4記載の発明は、連通管を、振動板側からの異方性ドライエッチングを行った後、流路板の両面に形成され、圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、ノズル板側の連通管形成パターンが振動板側の連通管形成パターンよりも複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成することにより、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より一層効率的に連通管を形成し、スループットをより一層向上させて、製造コストのより一層安価なインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0016】請求項5記載の発明は、異方性ドライエッチングのプラズマ源として誘導結合型プラズマを用いることにより、より一層効率的に連通管を形成し、スループットをより一層向上させて、製造コストのより一層安価なインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0017】請求項6記載の発明は、アクチュエータとして、圧電アクチュエータを用いることにより、圧力室に高い圧力を発生させ、より高粘度のインクの吐出を行えるようにして、インク吐出性能のより一層良好なインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0018】請求項7記載の発明は、アクチュエータとして、静電アクチュエータを用いることにより、消費電力を削減し、効率よくインクの吐出を行うインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明のインクジェットヘッドは、インク滴を吐出する複数のノズルと、インクの充填される複数の圧力室と、前記複数の圧力室のそれぞれに連通し当該圧力室にインクを供給する複数のインク供給路と、前記各インク供給路が連通し

当該各インク供給路にインクを供給する共通液室と、前記各圧力室の一部に設けられた振動板と、当該振動板を変形させて前記圧力室の容積を拡張させるアクチュエータと、を備え、前記圧力室が、(110)の面方位を有するシリコン基板をエッチングした流路板に前記振動板を接合して形成され、前記ノズルが、当該流路板の前記振動板と対向する側に接合されるノズル板に形成され、当該ノズル板の各ノズルと前記圧力室が、前記流路板を貫通加工して形成された連通管で連通され、前記流路板の前記ノズル板側に、前記ノズルに前記圧力室を迂回して連通する第2の供給路が形成され、前記アクチュエータで前記振動板を変形させて前記圧力室に圧力を発生させ、当該圧力室内の前記インクを前記連通路を通して前記ノズルから吐出させるインクジェットヘッドであって、前記ノズルは、前記連通管の当該ノズル側の開口位置に対して前記第2の供給路から遠ざかる方向に位置ずれて形成されていることにより、上記目的を達成している。

【0020】上記構成によれば、圧力室を、(110)の面方位を有するシリコン基板をエッチングした流路板に振動板を接合して形成し、流路板の振動板と対向する側に接合され各圧力室に開口するノズルの形成されているノズル板の各ノズルと圧力室を、流路板を貫通加工して形成された連通管で連通し、流路板のノズル板側に、ノズルに圧力室を迂回して連通する第2の供給路を形成して、アクチュエータで振動板を変形させて圧力室に圧力を発生させ、当該圧力室内のインクを連通路を通してノズルから吐出させるに際して、ノズルを、連通管の当該ノズル側の開口位置に対して第2の供給路から遠ざかる方向に位置ずれて形成しているので、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、効率的に連通管を形成することができ、スループットを向上させて、製造コストを安価なものとすることができる。

【0021】この場合、例えば、請求項2に記載するように、前記インクジェットヘッドは、前記ノズルと対向する位置の前記流路板が、前記連通管に向かってその開口容積が大きくなる状態で所定角度傾斜する傾斜面に形成されているもよい。

【0022】上記構成によれば、ノズルと対向する位置の流路板を、連通管に向かってその開口容積が大きくなる状態で所定角度傾斜する傾斜面に形成しているので、インク流をノズルに向かって徐々に狭窄して、流速を速くすることができ、ノズル付近の気泡排出性をさらに向上させて、インク吐出性能をさらに向上させることができる。

【0023】また、例えば、請求項3に記載するように、前記連通管は、前記流路板の両面に形成され、前記圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、前記ノズル板側の連通管形成パターンが前記振動板側の連通管形成パターンよりも前記複数のノ

ズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、前記流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成されているもよい。

【0024】上記構成によれば、連通管を、流路板の両面に形成され、圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、ノズル板側の連通管形成パターンが振動板側の連通管形成パターンよりも複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成しているので、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より効率的に連通管を形成することができ、スループットをより向上させて、製造コストをより安価なものとすることができる。

【0025】さらに、例えば、請求項4に記載するように、前記連通管は、前記振動板側からの異方性ドライエッチングが行われた後、前記流路板の両面に形成され、前記圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、前記ノズル板側の連通管形成パターンが前記振動板側の連通管形成パターンよりも前記複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、前記流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成されているもよい。

【0026】上記構成によれば、連通管を、振動板側からの異方性ドライエッチングを行った後、流路板の両面に形成され、圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、ノズル板側の連通管形成パターンが振動板側の連通管形成パターンよりも複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成しているので、隣接チャンネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より一層効率的に連通管を形成することができし、スループットをより一層向上させて、製造コストをより一層安価なものとすることができる。

【0027】また、例えば、請求項5に記載するように、前記異方性ドライエッチングは、プラズマ源として誘導結合型プラズマを用いているもよい。

【0028】上記構成によれば、異方性ドライエッチングのプラズマ源として誘導結合型プラズマを用いているので、より一層効率的に連通管を形成することができ、スループットをより一層向上させて、製造コストをより一層安価なものとすることができる。

【0029】さらに、例えば、請求項6に記載するように、前記アクチュエータは、圧電アクチュエータであってもよい。

【0030】上記構成によれば、アクチュエータとして、圧電アクチュエータを用いているので、圧力室に高い圧力を発生させることができ、より高粘度のインクの吐出を行えるようにして、インク吐出性能をより一層向

10

20

30

40

50

上させることができる。

【0031】また、例えば、請求項7に記載するように、前記アクチュエータは、静電アクチュエータであってもよい。

【0032】上記構成によれば、アクチュエータとして、静電アクチュエータを用いているので、消費電力を削減することができ、効率よくインクの吐出を行うことができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な実施の形態であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【0034】図1～図8は、本発明のインクジェットヘッドの一実施の形態を示す図であり、図1は、本発明のインクジェットヘッドの一実施の形態を適用したインクジェットヘッド1の部分正面断面図(a)、インクジェットヘッド1の流路板2の上面図(b)及び流路板2の底面図(c)である。

【0035】図1(a)において、インクジェットヘッド1は、流路板2の上面(図1(a)の上側面)にノズル板3が接合されており、流路板2の下面に、振動板4が接合されている。ノズル板3には、複数のノズル5が形成されている。

【0036】流路板2には、振動板4側に、複数の圧力室6及び図示しない共通液室と各インク供給口7を介して圧力室6に連通する複数のインク供給路8が形成されており、ノズル板3側に、ノズル5に対して圧力室6を介さずに連通する第2の供給路9が形成されている。また、流路板2には、圧力室6とノズル5を連通する連通管10が形成されている。

【0037】流路板2は、(110)の面方位をもつSi基板(シリコン基板)をエッチングすることで形成されており、後述するアクチュエータによって圧力室6の容積を拡張及び縮小させる方向に変形される。

【0038】連通管10は、流路板2を貫通加工して形成されており、圧力室6とノズル5を連通する。

【0039】ノズル5の中心は、ノズル板3側から見たとき、連通管10に対してインクの供給側と対向する方向、すなわち、第2の供給路9から遠ざかる方向に位置ずれた位置に形成されており、ノズル板3側から見たときに、ノズル5直下には、シリコン(111)面で構成される接合面に対して傾斜を持つ傾斜面2aが形成されている。

【0040】次にインクジェットヘッド1の流路板2の製造方法を図2～図5に基づいて説明する。図2(a)において、流路板2となる(110)の面方位を持つシ

リコン基板(Si基板)20に、熱酸化によって酸化膜層21が両面に形成されており、さらにその上層に、LPCVD法によってシリコン窒化膜層22が両面に形成されている。

【0041】このシリコン基板20の裏面側には、図2(a)及び図2(a)の底面図である図2(c)に示すように、そのシリコン窒化膜層22に、圧力室6のパターン23を通常のフォトリソグラフィとドライエッチング方法で形成し、同様に、その酸化膜層21に、連通管10のパターン(連通管形成パターン)24を形成する。

【0042】次に、シリコン基板20の表面側には、図2(a)及び図2(a)の平面図である図2(b)に示すように、そのシリコン窒化膜22に、第2の供給路9のパターン25を通常のフォトリソグラフィとドライエッチング方法で形成し、同様に、その酸化膜層21に、連通管10のパターン(連通管形成パターン)26を形成する。

【0043】このとき、ノズル板3側の連通管10のパターン26を、振動板4側の連通管10のパターン24よりもノズル列に垂直な方向に大きく形成する。

【0044】次に、図3(a)～(c)に示すように、シリコン基板20の裏面側のシリコン窒化膜層22上に、連通管10のパターン24とほぼ同型のパターンのレジスト層27を形成し、ICP(誘導結合型プラズマ)をプラズマ光源とする異方性ドライエッチングを行って、連通管10の一部10aを、シリコン基板20の裏面側に形成するとともに、インク供給路8と第2の供給路9を連通する流路の一部9aを形成する。

【0045】次に、図4(a)～(c)に示すように、KOH系エッチャントを用いて、シリコン基板20の表裏を同時にウェットエッチングし、連通管10の貫通を行う。このとき、エッチングは、酸化膜層21のパターンに沿って進行する。

【0046】さらに、図5(a)～(c)に示すように、HF系エッチャントを用い窒化膜層22をマスクとして、(110)の面方位に露出している酸化膜層21を選択的にエッチングする。さらに、KOH系エッチャントを用いて、シリコン基板20の表裏を同時にウェットエッチングし、加圧室6、連通管10、第2の供給路9及びインク供給路8と第2の供給路9を連通する流路9aを形成する。

【0047】この製造工程における連通管10部分のエッチングの様子は、図6に示すように、ドライエッチングとウェットエッチングが相互作用して、形成されている。なお、図6において、幅w c 1は、シリコン基板20の裏面側の酸化膜層21に形成する連通管10のパターン24の幅を、幅w c 2は、シリコン基板20の表面側の酸化膜層21に形成する連通管10のパターン26の幅であり、深さh dは、ドライエッチング深さ、深さ

hwは、ウェットエッチング深さである。

【0048】上述のように、裏面側の酸化膜層21の連通管10のパターン24の幅wc1に対して、表面側の酸化膜層21の連通管10のパターン26の幅wc2が広く形成されているため、パターン26によるエッチングを深くすることができ、ドライエッチング深さhdを従来よりも浅くしても、シリコン基板20を貫通して、連通管10を形成することができる。

【0049】また、裏面側の酸化膜層21の連通管10のパターン24の幅wc1を狭いま維持することができ、隣接チャネル間の圧力の相互干渉を抑制することができる。

【0050】実験を行ったところ、シリコン基板20の厚さが400μmのとき、裏面側の酸化膜層21の連通管10のパターン24の幅wc1を200μm、表面側の酸化膜層21の連通管10のパターン26の幅wc2を455μmとすることによって、ドライエッチング深さhdを、200μmまで小さくすることができた。したがって、ドライエッチング時間を約30%程度短縮することができ、製造工程の工数削減を行うことができ、インクジェットヘッド1の製造コストを大幅に減少することができる。

【0051】このように、本実施の形態のインクジェットヘッド1は、圧力室6を、(110)の面方位を有するシリコン基板20をエッチングした流路板2に振動板4を接合して形成し、流路板2の振動板4と対向する側に接合され各圧力室6に開口するノズル5の形成されているノズル板3の各ノズル5と圧力室6を、流路板2を貫通加工して形成された連通管10で連通し、流路板2のノズル板3側に、ノズル5に圧力室6を迂回して連通する第2の供給路9を形成して、アクチュエータで振動板4を変形させて圧力室6に圧力を発生させ、当該圧力室6内のインクを連通路10を通してノズル5から吐出させるに際して、ノズル5を、連通管10の当該ノズル5側の開口位置に対して第2の供給路9から遠ざかる方向に位置ずれて形成している。

【0052】したがって、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、効率的に連通管10を形成することができ、スループットを向上させて、インクジェットヘッド1の製造コストを安価なものとすることができる。

【0053】また、本実施の形態のインクジェットヘッド1は、ノズル5と対向する位置の流路板2を、連通管10に向かってその開口容積が大きくなる状態で所定角度傾斜する傾斜面2aに形成している。

【0054】したがって、インク流をノズル5に向かって徐々に狭窄して、流速を速くすることができ、ノズル5付近の気泡排出性をさらに向上させて、インク吐出性能をさらに向上させることができる。

【0055】さらに、本実施の形態のインクジェットヘ

ッド1は、連通管10を、流路板2の両面に形成され、圧力室6の形成パターン23とは異なる連通管形成パターン24、26であって、かつ、ノズル板3側の連通管形成パターン26が振動板4側の連通管形成パターン24よりも複数のノズル5のなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板2の両面からの異方性ウェットエッチングで形成している。

【0056】したがって、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より効率的に連通管10を形成することができ、スループットをより向上させて、インクジェットヘッド1の製造コストをより安価なものとすることができる。

【0057】また、本実施の形態のインクジェットヘッド1は、連通管10を、振動板4側からの異方性ドライエッチングを行った後、流路板2の両面に形成され、圧力室6の形成パターン23とは異なる連通管形成パターン24、26であって、かつ、ノズル板3側の連通管形成パターン26が振動板4側の連通管形成パターン24よりも複数のノズル5のなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板2の両面からの異方性ウェットエッチングで形成している。

【0058】したがって、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より一層効率的に連通管10を形成することができし、スループットをより一層向上させて、インクジェットヘッド1の製造コストをより一層安価なものとすることができる。

【0059】さらに、本実施の形態のインクジェットヘッド1は、異方性ドライエッチングのプラズマ源として誘導結合型プラズマを用いている。

【0060】したがって、より一層効率的に連通管を形成することができ、スループットをより一層向上させて、インクジェットヘッド1の製造コストをより一層安価なものとすることができる。

【0061】そして、上記インクジェットヘッド1は、アクチュエータとして、種々の物を用いることができ、例えば、図7に示すように、PZTアクチュエータ30を用いることもできるし、また、図8に示すように、静電アクチュエータ40を用いることもできる。なお、図7及び図8において、上記図1と同様の構成部分には、同一の符号を付している。

【0062】すなわち、アクチュエータとして、PZTアクチュエータ30を用いる場合、図7に示すように、振動板4側に接着層31を介してPZTアクチュエータ30及びフレーム32が接合され、フレーム32には、共通液室33が供給されている。図7において、インクジェットヘッド1は、インクが共通液室33からインク供給口8を介して供給路7と第2の供給路9に導かれ、振動板4が接着層31を介してPZTアクチュエータにより変形させられる。ノズル5は、貫通加工の際に形成された傾斜面2aの部分に配置されている。

【0063】したがって、インク流は、ノズル5に向かって徐々に狭窄されることになり、インクの流速が加速されて、ノズル5の付近の気泡排出性が向上される。また、振動板4をPZTアクチュエータ30で変形させているため、高い圧力を発生させることができ、粘度のより高インクの噴射を行うことができる。

【0064】また、アクチュエータとして、静電アクチュエータ40を用いる場合、図8に示すように、振動板4の下面に電極基板41が接合され、さらに、その下面にフレーム42が接合されている。フレーム42には、共通液室43が形成されており、共通液室43とインク供給口8を連通する連通孔44が形成されている。また、電極基板41には、振動板4と対向する位置に所定の間隙を空けて電極45が配設されている。

【0065】この場合、インクは、共通液室43から連通孔44を通してインク供給口8を介して供給路7と第2の供給路9に導かれ、さらに、供給路7から加圧室6に導入される。このインクジェットヘッド1は、振動板4と電極45との間に電圧を印加することにより、静電力で振動板4を変形させる。ノズル5は、貫通加工の際に形成された傾斜面2aの部分に配置されている。

【0066】したがって、インク流は、ノズル5に向かって徐々に狭窄されることになり、インクの流速が加速されて、ノズル5の付近の気泡排出性を向上することができる。また、振動板4を静電アクチュエータ40で変形させているため、PZTアクチュエータ30を含む他のアクチュエータの場合と比較して、消費電力が小さく、効率よくインクの噴射を行うことができる。

【0067】以上、本発明者によってなされた発明を好適な実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記のものに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0068】

【発明の効果】請求項1記載の発明のインクジェットヘッドによれば、圧力室を、(110)の面方位を有するシリコン基板をエッチングした流路板に振動板を接合して形成し、流路板の振動板と対向する側に接合され各圧力室に開口するノズルの形成されているノズル板の各ノズルと圧力室を、流路板を貫通加工して形成された連通管で連通し、流路板のノズル板側に、ノズルに圧力室を迂回して連通する第2の供給路を形成して、アクチュエータで振動板を変形させて圧力室に圧力を発生させ、当該圧力室内のインクを連通路を通してノズルから吐出させるに際して、ノズルを、連通管の当該ノズル側の開口位置に対して第2の供給路から遠ざかる方向に位置ずれて形成しているので、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、効率的に連通管を形成することができ、スループットを向上させて、製造コストを安価なものとする事ができる。

【0069】請求項2記載の発明のインクジェットヘッドによれば、ノズルと対向する位置の流路板を、連通管に向かってその開口容積が大きくなる状態で所定角度傾斜する傾斜面に形成しているので、インク流をノズルに向かって徐々に狭窄して、流速を速くすることができ、ノズル付近の気泡排出性をさらに向上させて、インク吐出性能をさらに向上させることができる。

【0070】請求項3記載の発明のインクジェットヘッドによれば、連通管を、流路板の両面に形成され、圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、ノズル板側の連通管形成パターンが振動板側の連通管形成パターンよりも複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成しているので、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より効率的に連通管を形成することができ、スループットをより向上させて、製造コストをより安価なものとする事ができる。

【0071】請求項4記載の発明のインクジェットヘッドによれば、連通管を、振動板側からの異方性ドライエッチングを行った後、流路板の両面に形成され、圧力室の形成パターンとは異なる連通管形成パターンであって、かつ、ノズル板側の連通管形成パターンが振動板側の連通管形成パターンよりも複数のノズルのなすノズル列に垂直の方向に大きい連通管形成パターンを用いて、流路板の両面からの異方性ウェットエッチングで形成しているので、隣接チャネル間の相互干渉や気泡排出性を悪化させることなく、より一層効率的に連通管を形成することができし、スループットをより一層向上させて、製造コストをより一層安価なものとする事ができる。

【0072】請求項5記載の発明のインクジェットヘッドによれば、異方性ドライエッチングのプラズマ源として誘導結合型プラズマを用いているので、より一層効率的に連通管を形成することができ、スループットをより一層向上させて、製造コストをより一層安価なものとする事ができる。

【0073】請求項6記載の発明のインクジェットヘッドによれば、アクチュエータとして、圧電アクチュエータを用いているので、圧力室に高い圧力を発生させることができ、より高粘度のインクの吐出を行えるようにして、インク吐出性能をより一層向上させることができる。

【0074】請求項7記載の発明のインクジェットヘッドによれば、アクチュエータとして、静電アクチュエータを用いているので、消費電力を削減することができ、効率よくインクの吐出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェットヘッドの一実施の形態を適用したインクジェットヘッドの振動板、流路基板及びノズル板部分の正面断面図(a)、平面図(b)及び

底面図(c)。

【図2】図1のインクジェットヘッドの流路基板の製造工程で、流路基板となるシリコン基板の表裏面に酸化膜層とシリコン窒化膜層を形成した状態の正面断面図(a)、平面図(b)及び底面図(c)。

【図3】図2のシリコン基板の裏面のシリコン窒化膜層上にレジスト層を形成してドライエッチングを行った状態の正面断面図(a)、平面図(b)及び底面図(c)。

【図4】図3のシリコン基板の表面側からウェットエッチングを行って連通管を貫通した状態の正面断面図(a)、平面図(b)及び底面図(c)。

【図5】図4のシリコン基板の表裏面をエッチングして加圧室、連通管等を形成した状態の正面断面図(a)、平面図(b)及び底面図(c)。

【図6】図4のドライエッチングと図5のウェットエッチングの相互作用の説明図。

【図7】図1のインクジェットヘッドにアクチュエータとしてPZTアクチュエータを用いた場合の正面断面図。

【図8】図1のインクジェットヘッドにアクチュエータとして静電アクチュエータを用いた場合の正面断面図。

【図9】従来のインクジェットヘッドの正面断面図。

【図10】従来のインクジェットヘッドの連通管をドライエッチングとウェットエッチングを組み合わせる場合の説明図。

【符号の説明】

1 インクジェットヘッド

*

* 2 流路板

2 a 傾斜面

3 ノズル板

4 振動板

5 ノズル

6 圧力室

7 インク供給口

8 インク供給路

9 第2の供給路

9 a 流路

10 連通管

10 a 連通管の一部

20 シリコン基板

21 酸化膜層

22 シリコン窒化膜層

23、24、25、26 パターン

27 レジスト層

30 PZTアクチュエータ

31 接着層

20 32 フレーム

33 共通液室

40 静電アクチュエータ

41 電極基板

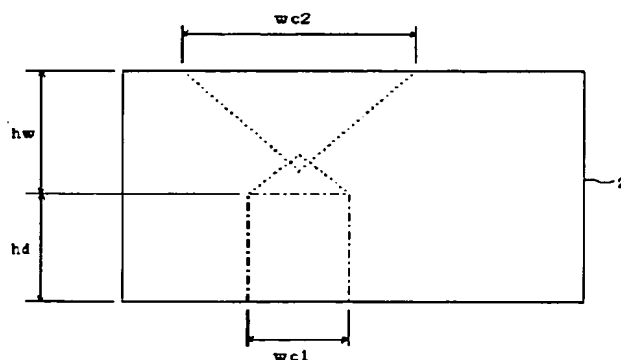
42 フレーム

43 共通液室

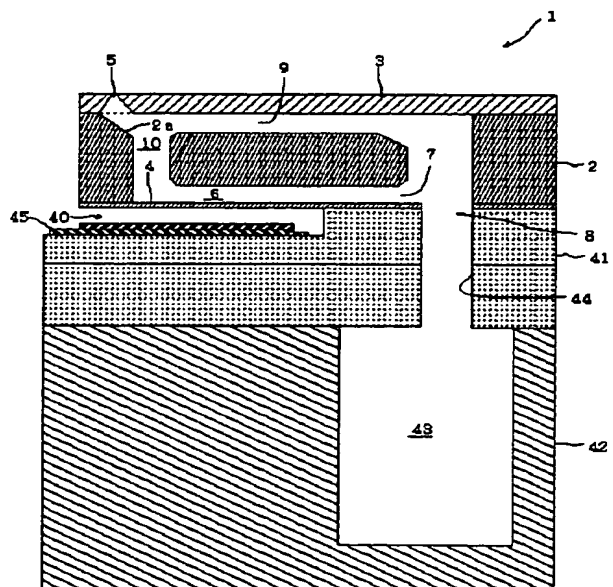
44 連通孔

45 電極

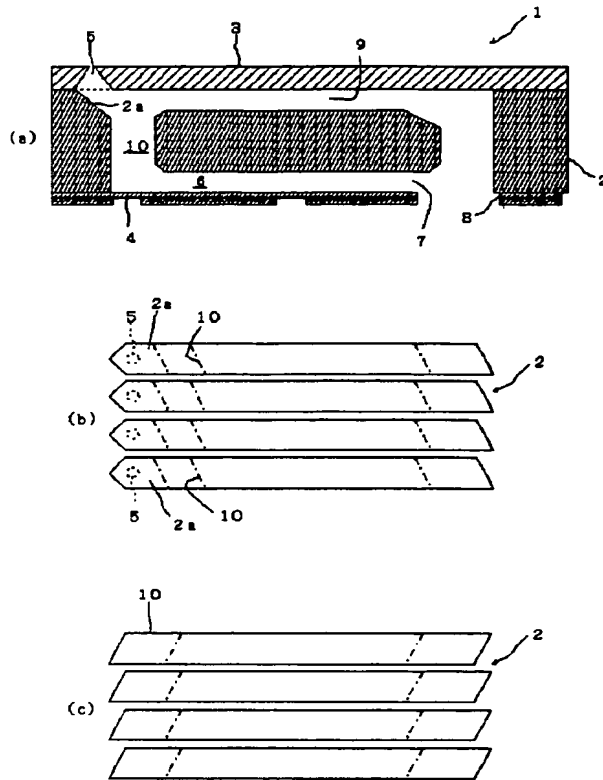
【図6】



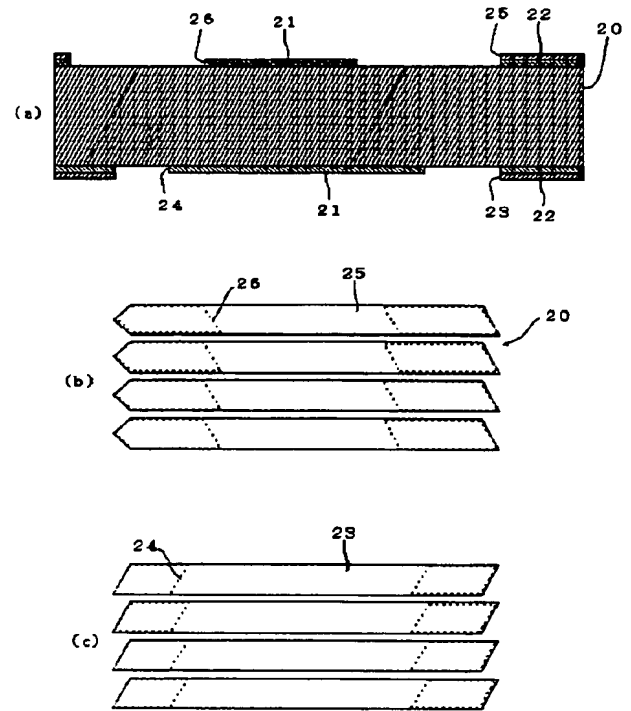
【図8】



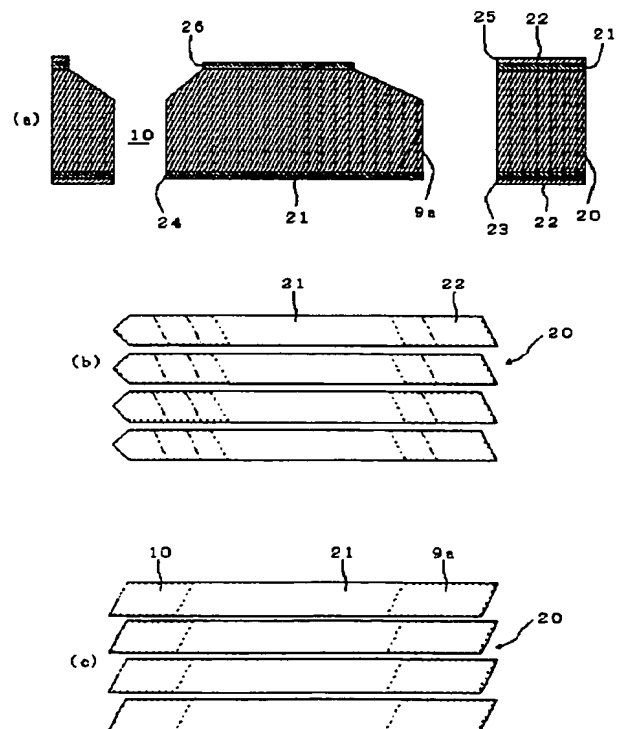
【図1】



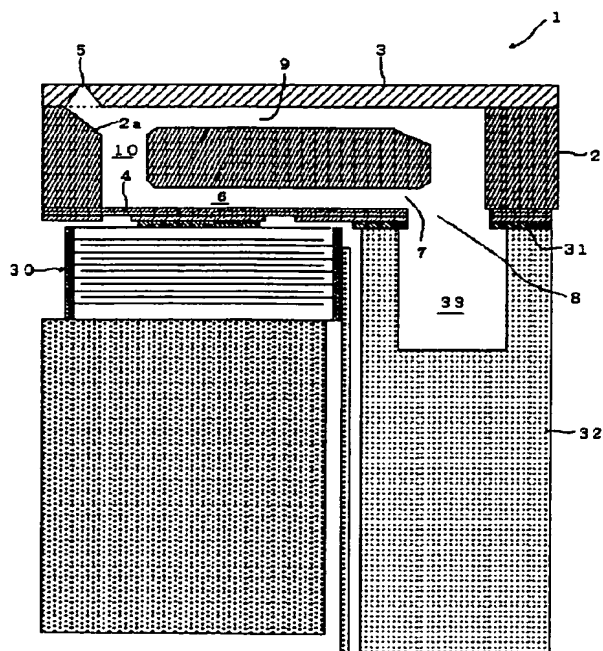
【図2】



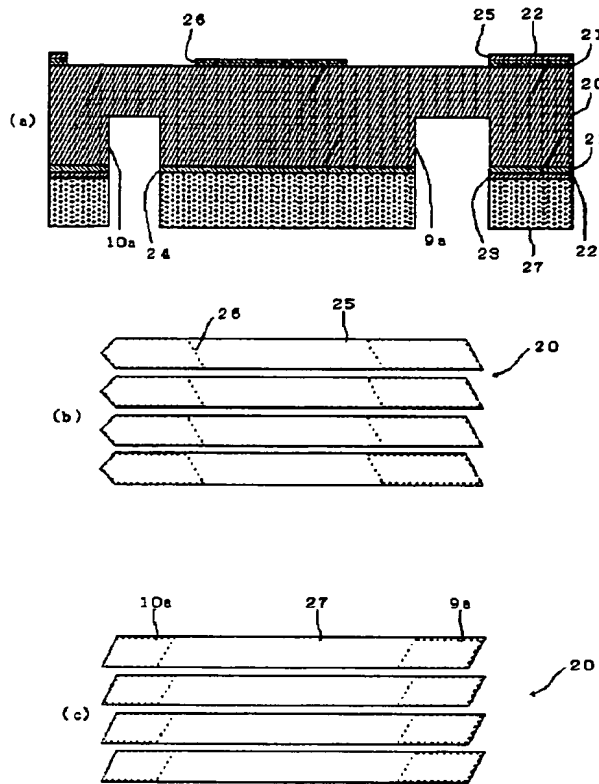
【図4】



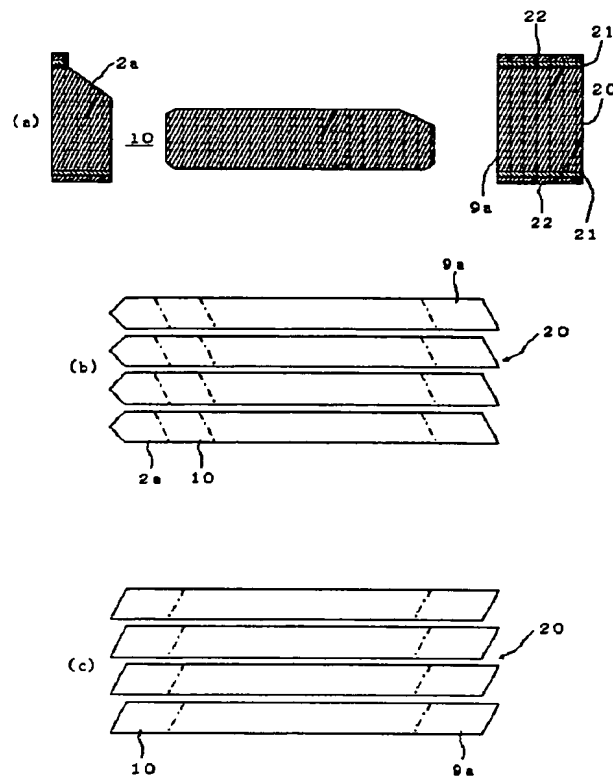
【図7】



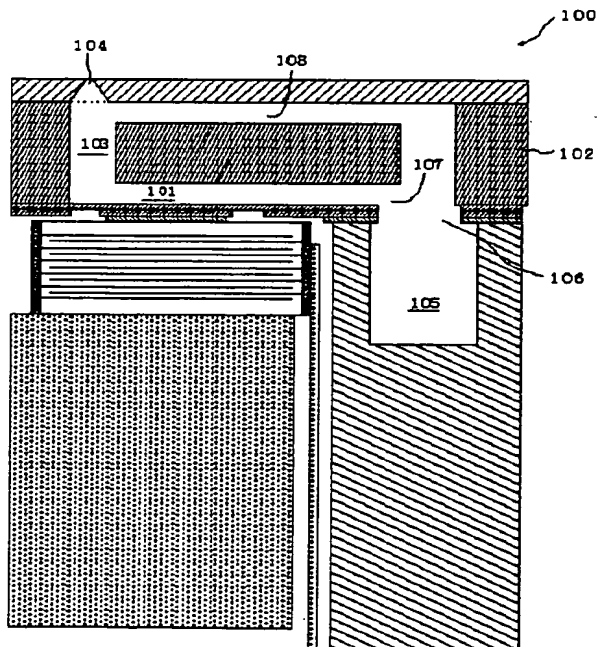
【図3】



【図5】



【図9】



【図10】

